

修士論文要旨

研究テーマ：膝前十字靱帯再建の術前後における
歩行中の足圧中心の特徴と術後成績に及ぼす影響

学籍番号 2270072

氏 名 若松信宏

研究指導教員 古川 公宣

研究指導補助教員 _____

概 要

【背景・目的】

膝前十字靱帯（ACL）損傷は，スポーツ外傷の一つで，年間 1000 人あたりに 0.81 人受傷すると報告されている¹⁾．ACL 損傷後は，膝の不安定性が生じ続発性変形性膝関節症（外傷性膝 OA）につながるため，ACL 再建術（以下，ACLR）を施行しリハビリ治療を行うことが一般的である．しかし，ACLR を受けたにも関わらず近年外傷性膝 OA を発症する率は 50～90%²⁾と高く，問題視されている．外傷性膝 OA の要因は，構造的因子，生理学的因子，神経筋因子，力学的因子と多因子が複合的に合わさって発症するとされている³⁾．これらの複合的な要因の改善を目指すためには，ACLR の術後における膝関節機能の改善が必要不可欠であるとされている⁴⁾．また，膝関節機能を示す患者立脚型アウトカムや膝伸展筋力の程度は，歩容とも関連があることが報告されており⁵⁾，リハビリテーションの治療目標の 1 つに，正常歩行の獲得も必要とされている⁶⁾．

歩容を評価する方法として，三次元動作解析を用いることが標準的とされているが，測定方法が煩雑である．一方，歩行解析用フォースプレートにより簡便に歩容を評価できる方法がある⁷⁾．歩行解析用フォースプレートでは，立脚期全体と片脚期に分けて足圧中心前後距離やその非対称性などを簡便に測定することが可能である．立脚期全体の足圧中心前後移動距離の短縮は反対側の下肢による代償を示しており歩容の不安定性を示している．また，片脚期の足圧中心前後距離の短縮は，歩行中の推進力の低下を示すといわれている⁸⁾．しかし，ACLR の術前後において，これらの足圧中心がどのように変化するかは明らかにされておらず，ACLR 後の膝関節機能と足圧中心の特徴に関係性があるかも不明である．

本研究から，ACLR の術前後における歩行中の足圧中心の特徴を明らかにし，ACLR 後の膝関節機能の関係を明らかにすることで，歩容改善に対する新たな視点から治療戦略の考案に繋げられる可能性があると考ええる．

そこで本研究の目的は，歩行解析用フォースプレートを用いて ACLR の術前及び術後 3 ヶ月における歩行中の足圧中心の特徴を明らかにし，術後の膝関節機能に及ぼす影響について明らかにすることである．

【対象・方法】

対象は，当院で 2016 年から 2022 年の間に，非接触型 ACL 損傷と診断され，半腱様筋腱および薄筋腱を用いて再建する STG 法で ACLR を施行した患者 45 名とした．骨付き膝蓋腱を用いて再建する BTB 法による再建術，ACLR の再手術，両側 ACL 損傷，

注：原本の書式（フォントのサイズ、文字数・行数、余白等）を変更しない。本様式 2 枚でまとめる。

また下肢に骨折の既往がある患者は除外した。

歩行の評価で測定するパラメーターは、歩行速度、立脚期全体の足圧中心の前後移動距離（立脚期足圧前後距離）、片脚期の足圧中心の前後移動距離（片脚期前後距離）、それらの非対称性（Limb Symmetry Index : LSI）とした。術前および術後 3 ヶ月に、装具なしの裸足で当院リハビリテーション室歩行路の中央に長さ 2.1m の歩行解析用フォースプレートを設置しその上を 3 往復連続で歩行した。測定の際は快適な速度で歩くよう指示し、プレート内を 3 歩歩いた時の足圧中心を記録し平均値を算出した。

膝関節機能は、術前と術後 3 か月で測定を行った。機能評価に患者立脚型アウトカム評価表である Knee injury osteoarthritis and outcome score（以下、KOOS）を用い、膝伸展筋力は、膝伸展最大等尺性筋力をハンドヘルドダイナモメーター（ミュータス F-1 アニマ株式会社製）を用い、5 秒間の最大随時収縮を測定し練習 1 回、本番 3 回実施した内の最大値を用いた。

【結果】

患者特性で性別は男性 19 例女性 26 例、平均年齢は 26.7 歳、身長 164.4cm、体重 62.4kg、BMI23.0、術前待機期間は 22 週であった。

足圧中心距離に影響を及ぼすと考えられる歩行速度に関しては、術前と術後で有意差は認めなかった。足圧中心のパラメーターすべてにおいて、健側患側と術前術後の交互作用に有意差は認めなかった。しかし、術前において、立脚期前後距離は、患側健側と比較して、患側で平均約 7mm 有意に短いことが分かった。また、術後において、片脚期前後距離は、患側健側と比較して、患側で平均約 6mm 有意に短いことが分かった。術前の患側の立脚期前後距離は、術後 3 ヶ月の膝伸展筋力と有意な相関関係が認められた。しかし、術前の健側の立脚期、片脚期足圧中心前後距離と左右非対称性とは有意な相関関係は認めなかった。また、術後 3 ヶ月における足圧中心のパラメーターと術後 3 か月における KOOS や膝伸展筋力に有意な相関関係は認めなかった。

【考察】

術前において、患側の立脚期前後距離が短いのは、ACL 機能不全によって膝関節に前後不安定性が生じている歩容を示しているものと推察される。先行文献より ACL への前方剪断力は踵接地から荷重応答期で最も高くなると報告されており⁹⁾、損傷した ACL への剪断力を避ける為の代償動作として、健側による代償 inter-limb compensation¹⁰⁾が生じたと考えられる。

また、踵接地から荷重応答期にかけて、大腿四頭筋では遠心性収縮が起きるが、ACL 損傷膝においては、脛骨の前方剪断を避けるため、大腿四頭筋の筋活動は低下し収縮が弱くなることが報告されている¹¹⁾。このことから、術前の不安定性を生じた歩行は、ACLR を施行したにも関わらず、術後 3 ヶ月の膝伸展筋力に関係し、手術待機期間中に立脚期前後距離を測定し、歩容を改善することが重要であると考えられる。

術後 3 ヶ月において、患側の立脚期前後距離は健側と比較して有意な差がないことから、ACLR により前方剪断力の不安定性は是正され、歩行は安定していると考えられる。しかし、推進力の指標となる片脚期前後距離が短いことが分かった。歩行における片脚期は、下腿三頭筋が主に推進力に影響を及ぼす¹²⁾と報告されている。本研究では下腿三頭筋については評価をしていないが、下腿三頭筋の筋力低下により、片脚期前後距離が短縮したと考えられた。

【文献】

- 1) Takahashi S, et al. Res Sports Med. 2017.
- 2) Luc B, et al. J Athl Train. 2014.
- 3) Wang LJ, et al. Arthritis Res Ther. 2020.
- 4) Ewa MR, et al. Health Qual Life Outcomes. 2003.
- 5) Azus A, et al. PM R. 2018.
- 6) Sigward SM, et al. Clin Biomech (Bristol). 2015.
- 7) Klopfer-Kramer I, et al. Injury. 2020.
- 8) Zanardi et al. 2021.
- 9) Costa et al. 2022.
- 10) Shelburne KB et al. J Biomech. 2004.
- 11) Baumgart C et al. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017.
- 12) Berchuck et al. J Bone Joint Surg Am. 1990.
- 13) Kevin B et al. Am J Sports Med. 2003.